

УДК 622.765.4

П.В. СЕРГЕЕВ (д-р техн. наук, проф.)

А.Н. КОРЧЕВСКИЙ (канд. техн. наук, доц.)

А.Н. СУРЖЕНКО (канд. техн. наук, доц.)

С.О. РАХМАНОВ (магистрант)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО БРИКЕТНОГО ТОПЛИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТВЕРДОГО И ЖИДКОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Изложены результаты лабораторных исследований получения композиционных брикетов с применением твердого и жидкого связующего. Разработаны технологические режимы брикетирования различного сырья, основные качественные и механические показатели композиционных топливных брикетов. Приведены данные двух серий экспериментов.

Ключевые слова: связующие, брикет, меласса, мучка, пресс, каменный уголь, антрацит, опилки, растительные отходы, угольная шихта, композиционные брикеты, влажность сырья, термообработка, прочность брикета.

Постановка проблемы и состояние ее изучения. В последние годы широкое распространение получает производство топливных брикетов и пеллетов (гранул) из растительных отходов (древесные опилки, солома, льнокостра, лузга подсолнечника, початки кукурузы и пр.) [1].

Брикетирование отходов растительного происхождения производится в экструдере методом жесткого формообразования в системе граненых фильер с подачей исходного сырья коническим вращающимся шнеком, создающим давление достаточное для спекания сырья в твердую массу в виде непрерывного рукава без добавления связующих компонентов. В качестве связующего - выступает лигнин, содержащийся в исходном сырье. Процесс спекания происходит непрерывно при температуре 170 – 220° С.

Этот способ брикетирования предъявляет к сырью требования - крупность – до 3-х мм, влажность 8-12 % , применяется при относительно небольших объемах производства (не более 300 т в месяц на одной установке). Но он прост в эксплуатации, функционирует в простых условиях и обеспечивает получение высококачественной продукции высоко востребованной на внешнем рынке [2].

Производство композиционных брикетов, включающих угольную составляющую и растительные отходы в различных соотношениях, связано с некоторыми затруднениями из за противоречивых требований к технологическим режимам брикетирования каменного угля и растительных отходов (таблица 1).

Основные качественные показатели топливных брикетов сводятся к следующим параметрам: теплота сгорания, механическая прочность, водостойкость.

Теплота сгорания брикетов определяется только качеством и составом компонентов брикетируемой шихты, которые могут целенаправленно изменяться.

Механические показатели композиционного брикета зависят как от состава шихты, так и от ряда технологических параметров брикетирования, в том числе: вещественного состава брикетируемой шихты, ситового состава шихты, влажности шихты, давления прессования, режима термообработки брикетов, типа и расхода связующего компонента.

Главное требование предъявляемое к связующему – его универсальность, т.е. высокая адгезионная способность ко всем компонентам брикета.

Таблица 1 – Сравнительные технологические режимы брикетирования различного сырья

Объект Брикетирования	Тип пресса	Давление прессования	Наличие связующего	Влажность сырья, %	Термообработка
Каменные угли и антрациты	Вальцевой	До 40 МПа	Да	До 4% при битумном связующем; свыше 8% при водорастворимом	Охлаждение при битумном связующем; 150-200°C при водорастворимом
Растительные Отходы	Шнековый, штемпельный	Свыше 50 МПа	Нет	8 - 12	Отсутствует

Цель работы. Определение рациональных параметров для производства композиционных брикетов, включающих каменный уголь и отходы растительного происхождения, с применением различных связующих веществ.

Методика и оборудование для проведения экспериментальных работ. Для брикетирования использовался гидравлический автоматизированный пресс ИП-100. Для перемешивания шихты перед брикетированием использовался лопастной смеситель с регулируемым обогревом. Прессование осуществлялось в замкнутых цилиндрических матрицах диаметром 25 мм. Термическая обработка брикетов осуществлялась в шкафах СНОЛ-3,5 с регулируемой температурой в пределах 50 – 400⁰ С.

Расчетное количество компонентов брикетирования в определенной последовательности смешивалось до получения однородной массы и брикетировалось в прессе при давлении прессования 25 МПа, что соответствует развиваемому давлению в промышленных вальцевых прессах.

Для обеспечения пластичности шихты и разжижения связующего перед брикетированием в нее добавлялся фиксированный объем воды. Подготовленная к прессованию шихта опробовалась на содержание влаги.

Прочность брикетов оценивалась методом раздавливания плоским индентором на прессе ИП-100 с контролем максимального усилия, которое выдерживает брикет. Определение прочностных характеристик производилось после остывания брикетов до комнатной температуры.

Экспериментальное брикетирование угольной шихты с сосновыми опилками с применением жидкого связующего.

Серия № 1 – Связующее – меласса, 60 % концентрации.

Исходные данные и параметры эксперимента:

- антрацит, крупность (0-3) мм, зольность 19,5 %; влажность 2,3%;
- опилки хвойные, влажность 4,2 %;
- связующее – меласса, расход– 8 % по сухой массе к сухой шихте;
- влажность шихты 12,5 %;
- перемешивание шихты в течение 10 мин при температуре 90⁰ С;
- термическая сушка брикетов в интервале (10 – 20) мин при температуре (150 – 250)⁰ С.

В данной серии опытов испытывалась шихта двух составов – № 1 - с содержанием опилок 5 % и № 2 - 10 %.

Таблица 2 – Составы шихты для экспериментов серии №1

Компонент	Содержание, %	
	Шихта № 1	Шихта № 2
Антрацит (сухая масса)	87,9	83,4
Опилки (сухая масса)	5,0	10,0
Меласса (сухая масса)	7,6	7,6
Итого	100,0	100,0
Вода до влажности	12,5 %	

Результаты экспериментов показаны в таблице 3 на рисунках 1 и 2.

Таблица 3 – Результаты брикетирования шихты с мелассой

№	Шихта № 1 (опилки 5 %)			Шихта № 2 (опилки 10 %)		
	Условия термообработки		Давление разрушения, МПа	Условия термообработки		Давление разрушения, МПа
	температура, °С	время, мин		температура, °С	время, мин	
1	150	10	2,10	150	10	1,08
2		15	2,85		15	1,98
3		20	4,15		20	2,85
4	200	10	3,00	200	10	1,71
5		15	4,25		15	3,15
6		20	4,40		20	3,50
7	250	10	3,90	250	10	3,30
8		15	6,10		15	4,70
9		20	5,85		20	4,98

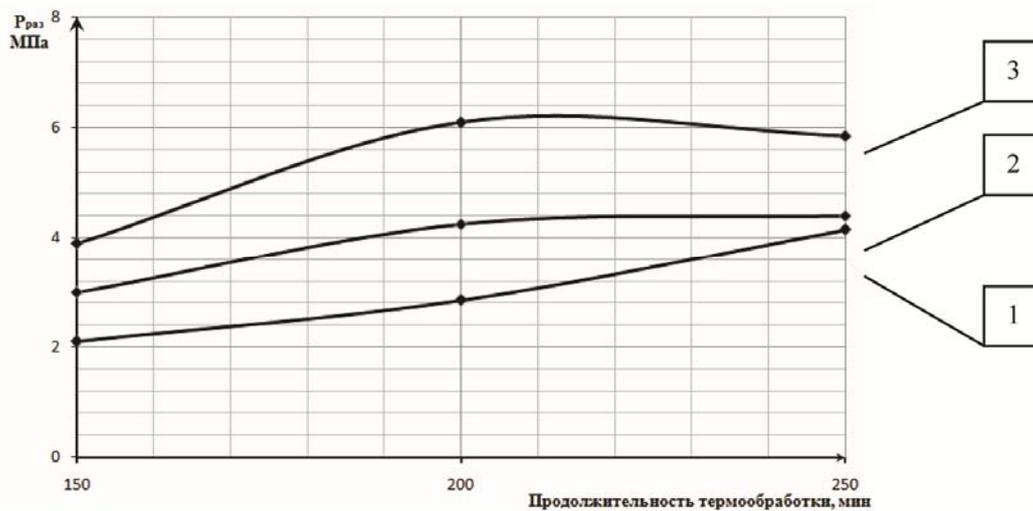


Рис. 1. Зависимость давления разрушения брикета ($P_{раз}$) с 5 % содержанием опилок от продолжительности термообработки при температурах: 1 – 150°С; 2 – 200°С; 3 – 250°С

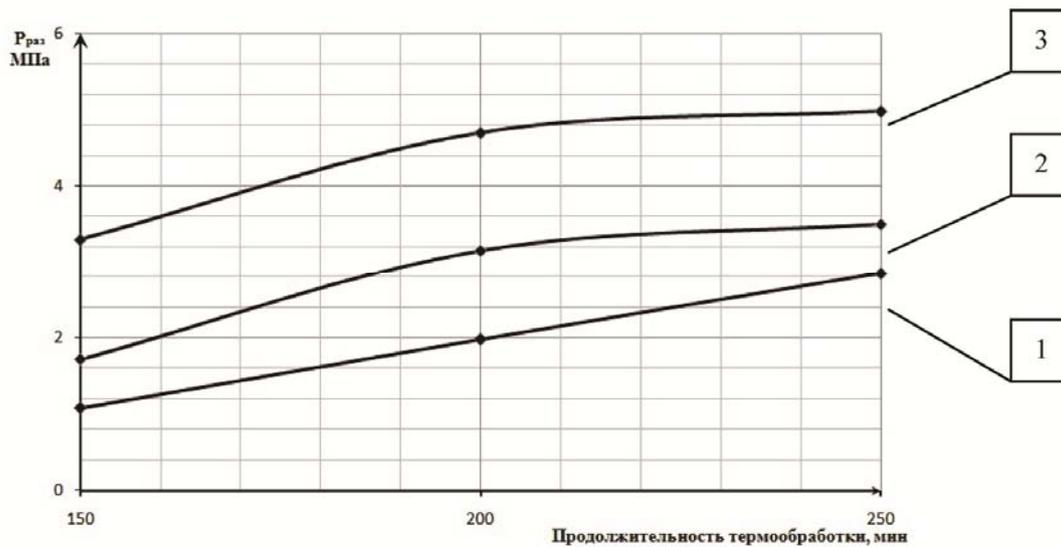


Рис. 2. Залежність тиску розриву брикета ($P_{раз}$) з 10 % содержанием опилок от продолжительности термообработки при температурах: 1 – 150⁰С; 2 – 200⁰С; 3 – 250⁰С

Рациональные режимы брикетирования композиционной шихты с использованием в качестве связующего мелассы показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Рациональные режимы брикетирования композиционной шихты

Параметр	Ед. измерения	Значение
Влажность шихты	%	12,5
Расход мелассы (сухая масса к сухой)	%	8,0
Перемешивание	мин; °С	10; 80
Давление прессования	МПа	25
Температура термообработки	°С	250
Продолжительность термообработки	мин	15-16
Прочность брикета	МПа	5,1– 5,2

Експериментальне брикетування угольної шихти з сосновими опилками з використанням твердого зв'язуючого.

Серія № 2 Зв'язуюче – крохмалосодержаче - відходи мучного виробства (мучка).

Прийнято вміст опилок в шихті 10 %, витрати зв'язуючого 8,0 і 9,0%. Режим термообробки досліджували в широких інтервалах: температура (150 – 300) °С, час обробки (10 – 30 мин).

Склади шихти для експериментів даної серії наведені в таблиці 5.

Таблица 5 – Составы шихты в пересчете на сухую массу для экспериментов серии № 2

Компонент	Содержание, %	
	Шихта № 1	Шихта № 2
Антрацит (90%) (сухая масса)	83,3	82,6
Опилки (10%) (сухая масса)	9,1	9,0
Мучка (8 и 9%) (сухая масса)	7,9	8,8
Итого	100,0	100,0
Вода до влажности	13 %	

Результаты экспериментов представлены в табл. 6 и на рисунках 3 и 4.

Таблица 6 – Результаты брикетирования угля с опилками и мучкой

№	Шихта № 1 (расход мучки 8 %)			Шихта № 2 (расход мучки 9 %)		
	Условия термообработки		Давление разрушения, МПа	Условия термообработки		Давление разрушения, МПа
	температура, °С	время, мин		температура, °С	время, мин	
1	100	10	1,08	100	10	1,26
2		15	2,50		15	2,64
3		20	3,03		20	3,35
4		30	3,40		30	3,84
5		35	3,44		35	3,87
6	150	10	2,42	150	10	2,65
7		15	3,66		15	3,80
8		20	4,18		20	4,48
9		30	4,36		30	4,79
10		35	4,38		35	4,80
11	200	10	3,18	200	10	3,70
12		15	4,99		15	5,18
13		20	5,68		20	6,09
14		30	5,71		30	6,29
15		35	5,73		35	6,31
16	250	10	4,42	250	10	4,77
17		15	5,69		15	5,82
18		20	6,18		20	6,44
19		30	6,27		30	6,47
20		35	6,30		35	6,45
21	300	10	4,76	300	10	5,10
22		15	5,97		15	6,10
23		20	6,15		20	6,46
24		30	5,95		30	6,18
25		35	5,92		35	6,15

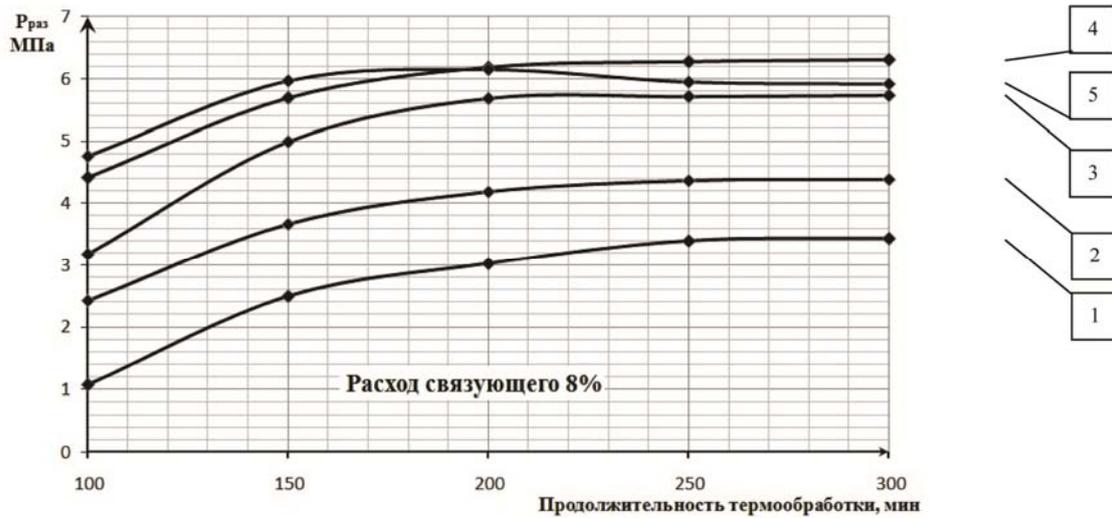


Рис. 3. Зависимость давления разрушения брикета ($P_{\text{раз}}$) от продолжительности термообработки при температурах: 1 – 100°C; 2 – 150 °C; 3 – 200°C; 4 – 250°C; 5 – 300°C

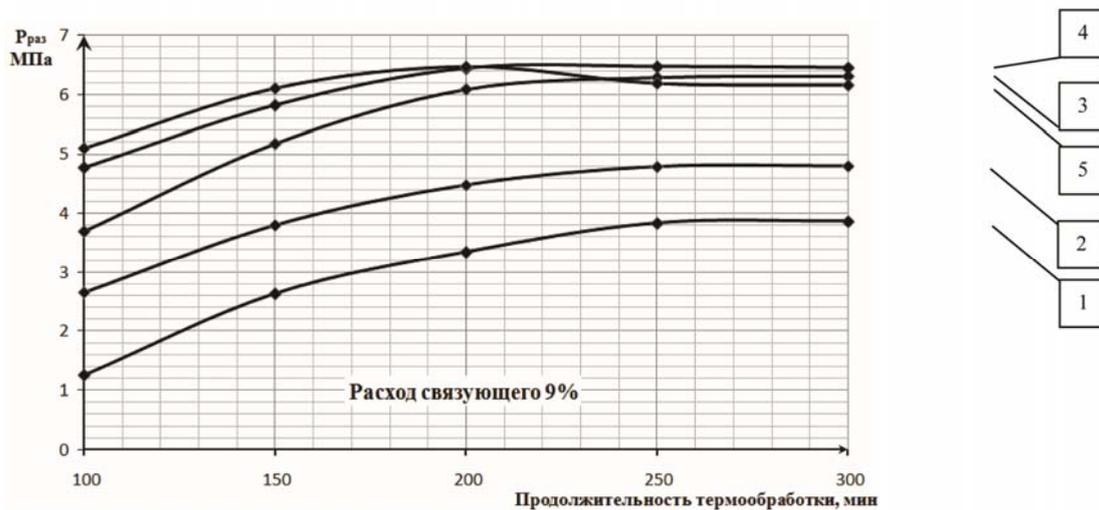


Рис. 4. Зависимость давления разрушения брикета ($P_{\text{раз}}$) от продолжительности термообработки при температурах: 1 – 100°C; 2 – 150°C; 3 – 200°C; 4 – 250°C; 5 – 300°C

В таблице 7 приведен рациональный режим процесса брикетирования для условий опытов серии № 2

Таблица 7 – Рациональные режимы брикетирования композиционной шихты

Параметр	Ед. измерения	Значение
Влажность шихты	%	13,0
Расход мучки (сухая масса)	%	8,0
Перемешивание	мин; °C	15; 90
Давление прессования	МПа	25
Температура термообработки	°C	250
Продолжительность термообработки	мин	16-18
Прочность брикета	МПа	6,1– 6,3

Выводы

Добавка в шихту прессования растительных отходов снижает прочность брикетов, а при превышении содержания в шихте добавки (10 – 12)% в структуре брикета появляются трещины уже на выходе из матрицы прессования. Все исследуемые связующие могут быть использованы при брикетировании композиционной шихты, однако каждое из них требует определенной последовательности и определенных режимов в подготовительных операциях к прессованию. Использование водорастворимого связующего вещества требует термической обработки сырых брикетов при определенных теплотехнических параметрах.

Список использованной литературы

1. Буторина И.В. Утилизация промышленных и бытовых отходов / И.В. Буторина. – Мариуполь: Стратегия, 1999. – 150 с.
2. Уманский А.М. Прессование порошковых материалов / А.М. Уманский. – М.: Metallurgia, 1981. – 81 с.
3. Носков В.А. О подготовке промышленных отходов к утилизации путём их брикетирования / В.А.Носков // Вестник Украинского Дома экономических и научно-технических знаний. – 1999. – № 4. – С. 54-56.
4. Елишевич А.Т. Работнику обогатительной фабрики: Горное дело: Справ. пособие. / А.Т.Елишевич. – [2-е изд.]. – Донецк: Донбасс, 1987. – 126 с.

Надійшла до редакції 10.12.2013

П.В. Сергеев, О.М. Корчевський, А.М. Сурженко, С.О. Рахманов

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО БРИКЕТНОГО ПАЛИВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТВЕРДОГО ТА РІДКОГО СПОЛУЧНОГО

Викладено результати лабораторних досліджень одержання композиційних брикетів із застосуванням твердого та рідкого сполучного. Розроблено технологічні режими брикетування різної сировини, основні якісні та механічні показники композиційних паливних брикетів. Наведено дані двох серій експериментів.

Ключові слова: сполучне, брикет, меляса, мучка, прес, кам'яне вугілля, антрацит, тирса, рослинні відходи, вугільної шихти, композиційні брикети, вологість сировини, термообробка, міцність брикету.

P. Sergejev, A. Korchevskiy, A. Surzhenko, S. Rakhmanov

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS FOR PRODUCING A COMPOSITE FUEL BRIQUETTES USING SOLID AND LIQUID BINDER

The paper presents the results of laboratory tests for production of composite pellets using solid and liquid binder. We developed technological regimes of briquetting of various raw materials. The data of two series of experiments are provided.

Keywords: bricks, molasses, dust, press, coal, anthracite, sawdust, plant waste, coal blend, composite briquettes, humidity of material, heat.